

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-205504

(43)Date of publication of application : 09.08.1996

(51)Int.Cl.

H02K 29/00

H02K 3/04

H02K 3/28

(21)Application number : 07-009689

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.01.1995

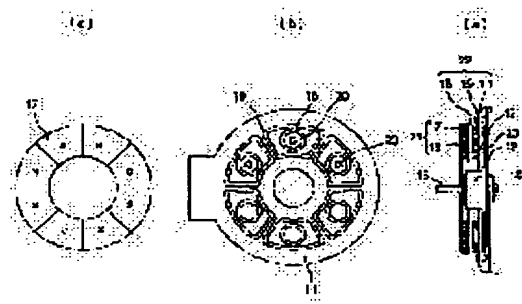
(72)Inventor : KAJIMOTO KIMIHIKO

## (54) BRUSHLESS MOTOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To facilitate a wide range of the operation of a motor from a high revolution to a low revolution without applying a large current at the time of the motor start while a waste power consumption is suppressed.

**CONSTITUTION:** First coils 18 which provide 6 poles and second coils 19 which provide 6 poles are provided on a board 11. The first coils 18 and the second coils 19 have different torque-revolution characteristics and different torque-current consumption characteristics. The first coils 18 are constituted for high revolution and the second coils 19 are constituted for low revolution. The respective two facing coils of both the 6-pole first coils 18 and second coils 19 which face each other in a direction of a diameter are connected to each other in series and the respective 3 sets of the coils connected to each other in series are connected so as to form a Y-connection. The first coils (high revolution series coils) and the second coils (low revolution series coils) are selectively driven by a branch circuit.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

**[Claim 1]** In the brushless motor equipped with the stator with the coil which generates Rota with a permanent magnet, and rotating magnetic field As a coil which generates said rotating magnetic field, it has two or more 1st coils and the 2nd coil arranged at the condition of surrounding an outside although it becomes the symmetry of revolution at least among two or more of these 1st coils. Said the 1st coil and said 2nd coil are constituted by that from which a torque-rotational frequency curve and a torque-consumed-electric-current curve differ mutually by changing at least one of the resistance of a coil, number of turns, and the magnitude of an appearance. And the brushless motor characterized by constituting said the 1st coil and said 2nd coil possible [ a drive ] alternatively.

**[Claim 2]** The brushless motor according to claim 1 characterized by the 2nd coil which has outside the 1st coil which exists inside in a high-speed rotation mold being constituted by the low-speed rotation mold, respectively.

---

**[Translation done.]**

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the brushless motor used as the motor for video tape delivery used for the reel drive of for example, video equipment, a spindle motor of CD (compact disk), etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional brushless motor is explained using drawing 15 R> 5. The top view showing arrangement of the coil on the substrate with which (a) of drawing 15 is used for the sectional view of the conventional brushless motor, and (b) is used for the conventional brushless motor, and (c) are the top views showing arrangement of the permanent magnet in Rota.

[0003] Rota 21 consists of rotation York 16 and a permanent magnet 17, and is supported by the bearing unit 14 through the revolving shaft 15. The bearing unit 14 is being fixed to the frame 13. On the substrate 11, a stator 22 arranges two or more coils 51 for generating rotating magnetic field, and connects and consists of patterns on a substrate 11. The substrate 11 of a stator 22 is being fixed to the frame 13. York 12 which constitutes a magnetic circuit under the substrate 11 is arranged. Generally this type of motor is called the fixed York type. In order to rotate Rota 21 in the fixed direction, it is necessary to excite the coil 51 corresponding to the magnetic pole location of Rota 21 but, and in order to take the timing, three location sensing elements 20 are arranged to the mid gear of a coil 51 on a substrate 11. Generally as this location sensing element 20, a small and cheap hall device with N and the magnetic pole distinction capacity of S is used, although six coils 51 on a substrate 11 are arranged at the radial, two which counters in the diameter direction connect with a serial — having — the — although series connection was carried out, 3 sets is connected by Y connection. The permanent magnet 17 in Rota 21 is arranged so that those with four (eight poles), N pole, and the south pole may be located in a line by turns.

[0004] The brushless motor of the above-mentioned configuration rotates Rota 21 with a permanent magnet 17 by the rotating magnetic field which make it generate with a stator coil 51.

[0005] By the way, if the permanent magnet 17 of Rota 21 carries out high-speed rotation, induction of the electrical potential difference is carried out to a stator-coil 51 side, this serves as back EMF, the magnitude of back EMF will become large, so that the line length of the coil of a coil 51 is long, and the turning effort of Rota 21 will be weakened. Therefore, the line length of a coil must be shortened by the motor of a high-speed rotation mold (it is about number of turns). On the other hand, in order to realize high-speed rotation, it is necessary to make an electrical potential difference high and to increase torque by the motor of the long (there are many number of turns) low-speed rotation mold of the line length of a coil.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the brushless motor of a high-speed rotation mold, since there are few number of turns of a coil, in order to generate torque sufficient at the time of starting of a motor, and low-speed rotation, it is necessary to pass a high current. It will be necessary to protect the circuit and drive device which make a stator coil 51 generate rotating magnetic field, and must stop then, having to prepare a current consumption circuit called current limiting. When current limiting is prepared, also when the high current at the time of starting of a motor and low-speed rotation is required, a current will be omitted by current limiting, and it becomes impossible however, to acquire required starting torque. Now, even if it satisfies the engine performance of high-speed rotation (2000 or more rpm) by one motor, torque sufficient at the time of low-speed rotation (200 or less rpm) or starting cannot be demonstrated, and it cannot offer the motor with which are satisfied of the conditions that there is little power consumption.

[0007] On the other hand, by the brushless motor of a low-speed rotation mold, in order to realize high-speed rotation, the electrical potential difference impressed since torque is increased must be set up highly, and it must correspond to high-speed rotation. If the high voltage is needed, constraint will arise to the charge of a wire rod, driver circuit, and power source of a coil.

[0008] In addition, suppose that it explains to a detail using drawing 16 and drawing 17 during explanation of an example about the above technical problem.

[0009] It is originated in view of such a situation, and this invention loses the futility of the need for the need for the high current at the time of starting resulting from current limiting, or the high voltage at the time of high-speed rotation, or the power consumption at the time of low-speed rotation, and aims at offering the brushless motor which can be used from high-speed rotation (2000 or more rpm) to low-speed rotation (200 or less rpm).

[0010]

[Means for Solving the Problem] The brushless motor of claim 1 concerning this invention In the brushless motor equipped with the stator with the coil which generates Rota with a permanent magnet, and rotating magnetic field As a coil which generates said rotating magnetic field, it has two or more 1st coils and the 2nd coil arranged at the condition of surrounding an outside although it becomes the symmetry of revolution at least among two or more of these 1st coils. Said the 1st coil and said 2nd coil are constituted by that from which a torque-rotational frequency curve and a torque-consumed-electric-current curve differ mutually by changing at least one of the resistance of a coil, number of turns, and the magnitude of an appearance. And it is characterized by constituting said the 1st coil and said 2nd coil possible [ a drive ] alternatively.

[0011] The brushless motor of claim 2 concerning this invention is characterized by the 2nd coil which has outside the 1st coil which exists inside in a high-speed rotation mold being constituted by the low-speed rotation mold, respectively in above-mentioned claim 1.

[0012]

[Function] In the brushless motor of claim 1, it becomes possible to use it from high-speed rotation to low-speed rotation, not passing a high current at the time of starting of a motor, and holding down useless power consumption, since the 1st coil and 2nd coil with which a torque-rotational frequency curve differs from a torque-consumed-electric-current curve mutually are constituted possible [ a drive ] alternatively.

[0013] In the brushless motor of claim 2, by using the 1st inside coil as a high-speed rotation mold, the number of turns of this 1st coil are lessened, and it becomes possible to arrange in a compact inside the 2nd outside coil.

[0014]

[Example] Hereafter, the example of the brushless motor concerning this invention is explained to a detail based on a drawing. This example is a thing about the three-phase-circuit brushless motor of 6 pole x6 pole.

[0015] The top view showing arrangement of the coil on the substrate with which (a) of drawing 1 is used for the sectional view of the three-phase-circuit brushless motor of an example, and (b) is used for the brushless motor of an example, and (c) are the top views showing arrangement of the permanent magnet in Rota.

[0016] Rota 21 consists of rotation York 16 and a permanent magnet 17, and is supported by the bearing unit 14 through the revolving shaft 15. The bearing unit 14 is being fixed to the frame 13. York 12 which constitutes a magnetic circuit under the substrate 11 is arranged. Generally this type of motor is called the fixed York type.

[0017] On the substrate 11, a stator 22 arranges the 1st coil 18 of six poles for generating rotating magnetic field, and the 2nd coil 19 of six poles, and connects and consists of patterns on a substrate 11. every — the 1st coil 18 — every — it is arranged inside the 2nd coil 19 and the outer diameter of the 1st coil 18 is smaller than the bore of the 2nd coil 19.

[0018] The alignment volume of the lead wire is carried out also for the 1st coil 18 and the 2nd coil 19 to two or more layers.

[0019] By selection of the resistance of a coil, number of turns, the magnitude of an appearance, etc., the 1st coil 18 is designed by the high-speed rotation mold, and the 2nd coil 19 is designed by the low-speed rotation mold. In this example, the resistance of 29 ohms and the 2nd coil 19 is set [ the number of turns of the coil of the 1st coil 18 / the number of turns of the coil of 60 turns / pole, and the 2nd coil 19 ] as 6.9 ohms for the resistance of 200 turns / pole, and the 1st coil 18. The substrate 11 of a stator 22 is being fixed to the frame 13.

[0020] In order to rotate Rota 21 in the fixed direction, it is necessary to excite the coil corresponding to the magnetic pole location of Rota 21 but, and in order to take the timing, three location sensing elements 20 are arranged to the mid gear of the 1st three coil 18 on a substrate 11. Generally as this location sensing element 20, a small and cheap hall device with N and the magnetic pole distinction capacity of S is used. In addition, recently, since the driver IC which does not need the location sensing element 20 also exists, when using the driver IC, the location sensing element 20 can be omitted.

[0021] the 1st coil 18 of six poles arranges on a substrate 11 at a radial — having — every — the 1st coil 18 — the 2nd coil 19 is arranged in the condition of surrounding each outside at a total of six pole radial. The 1st coil 18 of six poles and the 2nd coil 19 of six poles are making the 60-degree symmetry-of-revolution form.

[0022] On a substrate 11, the circuit pattern (not especially shown) for taking out the terminal of a coil to the motor exterior exists, and each coil is connected to a shunt circuit 41 or a driver circuit (driver IC) using this circuit pattern. The permanent magnet 17 in Rota 21 is arranged so that the magnetic pole which consists of those with four, an N pole, and the south pole may be located in a line with those with 8 poles, and N pole and the south pole may be located in a line by turns.

[0023] every two which counters in the diameter direction connect the 1st coil 18 of six poles of a radial to a serial — having — the — although series connection was carried out, 3 sets is connected by Y connection. similarly, every two which counters in the diameter direction also connect the 2nd coil 19 of six poles of a radial to a serial — having — the — although series connection was carried out, 3 sets is connected by Y connection. Drawing 2 assigns a sign to each coil, in order to distinguish each of the 1st coil 18 of six poles, and each of the 2nd coil 19 of six poles. As shown in drawing 3, series connection of the inside coils LSU1 and LSU2 is carried out, series connection of the coils liquid space velocity1 and liquid space velocity2 is carried out, series connection of the coils LSW1 and LSW2 is carried out, series connection of the outside coils LLU1 and LLU2 is carried out, series connection of the coils LLV1 and LLV2 is carried out, and series connection of the coils LLW1 and LLW2 is carried out. Moreover, in the coils by which series connection was carried out, through the branch circuit 41, parallel connection of [LLU1 and LLU2] is carried out to [LSU1-LSU2], parallel connection of [LLV1-LLV2] is carried out to [liquid-space-velocity1-liquid space velocity2], and parallel connection of [LLW1 and LLW2] is carried out to

[LSW1-LSW2]. And three coil groups by which series parallel connection was carried out in this way are connected by Y connection.

[0024] Drawing 4 shows the drive control circuit of the brushless motor 56 constituted as mentioned above.

[0025] switching element Q1 by which the shunt circuit 41 was connected to the terminal of each series-coil LS for inside high-speed rotation Switching element Q2 connected to each series-coil LL for low-speed rotation of an outside Each switching element Q2 Inverter IN2 connected to the gate from — it is constituted. A shunt circuit 41 is an electrical potential difference VS. The condition of connecting with the driver circuit 61 to supply, flowing through a switching element Q1 and driving series-coil LS of an inside high-speed rotation mold with the signal from the change-over circuit 55, and switching element Q2 It is switched to the condition of flowing and driving series-coil LL of an outside low-speed rotation mold. The consumed electric current IS according to a driver circuit 61 in a driver circuit 61 The I-V (current-electrical potential difference) conversion circuit 52 changed into an electrical potential difference is connected, and the output voltage of the I-V conversion circuit 52 is set to a comparator circuit 53. It is compared with the reference voltage (the reference voltage VH for high-speed rotation mold series coils, or reference voltage VL for low-speed rotation mold series coils) inputted from the reference voltage generating circuit 54 used as the criteria which choose a coil. "H" as a result of the comparison or the signal of "L" is outputted to the change-over circuit 55 from a comparator circuit 53.

[0026] It outputs to a shunt circuit 41 and the signal which is outputted from the change-over circuit 55 and switches a coil is a switching element Q1 and Q2. They are VH of a high-speed rotation mold, or VL of a low-speed rotation mold about the reference voltage which outputs also to the reference voltage generating circuit 54, and is generated while flowing through either and switching the coil of a brushless motor 56 to LS of a high-speed rotation mold, or LL of a low-speed rotation mold. It switches. Moreover, the change-over circuit 55 inputs the signal from a comparator circuit 53, and the coil change-over signal which the change-over circuit 55 chose before it, and outputs a new change-over signal by the operation according to the logical circuit. If the coil current in use is suitable, a front signal will be continued and outputted, but a signal will be switched if unsuitable.

[0027] The change-over signal serves as "H", when driving series-coil LS of an inside high-speed rotation mold, and when driving series-coil LL of an outside low-speed rotation mold, it is set to "L".

[0028] Drawing 5 blocks the circuit diagram of drawing 4. The actuation of the drive control circuit of a configuration of having been shown in drawing 4 and drawing 5 is as follows. It explains according to the flow chart of drawing 6. While setting up series-coil LL of a low-speed rotation mold at step S11 at the time of drive initiation as a coil to drive, it is reference voltage VH-L. It carries out and is the reference voltage VL for low-speed rotation mold series coils. It sets up. It is a driver circuit 61 to the consumed electric current IS at step S12. It inputs into the I-V conversion circuit 52, and current-electrical-potential-difference (I-V) conversion is performed at step S13. It is the conversion electrical potential difference VT at step S14. Reference voltage VH-L It compares. Conversion electrical potential difference VT Reference voltage VH-L When low, while setting up series-coil LL of a low-speed rotation mold as a coil which should progress to step S15, and should output and drive "L" level from the change-over circuit 55 It is reference voltage VH-L at step S16. It carries out and is the reference voltage VL for low-speed rotation mold series coils. After setting up, it returns to step S12. Thereby, the drive condition of low-speed rotation is acquired. step S14 — setting — conversion electrical potential difference VT Reference voltage VH-L when it is above, while setting up series-coil LS of a high-speed rotation mold as a coil which should progress to step S17, and should output and drive "H" level from the change-over circuit 55 — step S18 — reference voltage VH-L \*\*\*\*\* — reference voltage VH for high-speed rotation mold series coils After setting up, it returns to step S12. Thereby, the drive condition of high-speed rotation is acquired.

[0029] Drawing 7 shows another drive control circuit of a brushless motor 56. switching element Q1 by which the shunt circuit 41 was connected to the terminal of each series-coil LS for inside high-speed rotation Switching element Q2 connected to each series-coil LL for low-speed rotation of an outside Each switching element Q2 Inverter IN2 connected to the gate from — it is constituted. A shunt circuit 41 is an electrical potential difference VS. It connects with the driver circuit 61 to supply, and is a switching element Q1 by the signal from the change-over circuit 55. The condition of flowing and driving series-coil LS of an inside high-speed rotation mold, and switching element Q2 It is switched to the condition of flowing and driving series-coil LL of an outside low-speed rotation mold. The engine-speed detection sensor 62 is formed in a brushless motor 56, and this engine-speed detection sensor 62 is connected to the F-V converter (frequency-electrical-potential-difference conversion circuit) 63. It sets in the change-over circuit 55 which consists of a comparator circuit, and the output voltage of the F-V converter 63 is reference voltage VH-L. It is compared. "H" as a result of the comparison or the signal of "L" is outputted to a shunt circuit 41 from the change-over circuit 55, and it is a switching element Q1 and Q2. It flows through either and the coil of a brushless motor 56 is switched to LS of a high-speed rotation mold, or LL of a low-speed rotation mold.

[0030] Drawing 8 blocks the circuit diagram of drawing 7. The actuation of the drive control circuit of a configuration of having been shown in drawing 7 and drawing 8 is as follows. It explains according to the flow chart of drawing 9. While setting up series-coil LL of a low-speed rotation mold at step S21 at the time of drive initiation as a coil to drive, it is reference voltage VH-L. It carries out and is V0. It sets up. The signalling frequency which shows the engine speed of a motor 56 from the engine-speed detection sensor 62 at step S22 is inputted into the F-V converter 63, and frequency-electrical-potential-difference (F-V) conversion is performed at step S23. It is the conversion electrical potential difference VF at step S24. It compares with reference voltage VH-L (= V0), and is the conversion electrical potential difference VF. Reference voltage VH-L When low, it progresses to step S25, and

after setting up series-coil LL of a low-speed rotation mold as a coil which should output and drive "L" level from the change-over circuit 55, it returns to step S22. Thereby, the drive condition of low-speed rotation is acquired. It sets to step S24 and is the conversion electrical potential difference VF. Reference voltage VH-L When it is above ( $= V_0$ ), it progresses to step S26, and after setting up series-coil LS of a high-speed rotation mold as a coil which should output and drive "H" level from the change-over circuit 55, it returns to step S22. Thereby, the drive condition of high-speed rotation is acquired.

[0031] Drawing 10 shows the torque-rotational frequency curve (T-N curve) and torque-consumed-electric-current curve (T-I curve) which were measured using the brushless motor 56 which has the configuration shown in drawing 1 - drawing 3. The 1st coil 18 (LS) lessens the number of turns of a coil so that it may become a high-speed rotation mold, and the 2nd coil 19 (LL) has made [ many ] the number of turns of a coil so that it may become a low-speed rotation mold. According to the rotational frequency and torque of Rota 21, the 1st coil 18 (series-coil LS of a high-speed rotation mold) or 2nd coil 19 (series-coil LL of a low-speed rotation mold) is chosen in a shunt circuit 41, and a brushless motor 56 is made to drive.

[0032] In drawing 10, characteristic curves 31 and 33 are the T-N curves and T-I curves of a motor when choosing and measuring series-coil LS (the 1st coil 18) of a high-speed rotation mold, and characteristic curves 32 and 34 are the T-N curves and T-I curves of a motor when choosing and measuring series-coil LL (the 2nd coil 19) of a low-speed rotation mold. If it considers as low-speed rotation and a switching point is reached using series-coil LL (the 2nd coil 19) of a low-speed rotation mold until it starts at a starting point (Torque TST, current IST) and reaches the point of a switching point (Torque TC and a rotational frequency NC), in a branch circuit 41, it will switch to series-coil LS (the 1st coil 18) of a high-speed rotation mold from series-coil LL (the 2nd coil 19) of a low-speed rotation mold.

[0033] Hereafter, the property of the brushless motor of this invention example and the brushless motor of the conventional example is compared using drawing 11, and drawing 16 and drawing 17. Drawing 11 shows a T-N curve and a T-I curve with the case where it is used in the state of the case where the brushless motor of this invention example is used in the state of high-speed rotation, and low-speed rotation, drawing 16 shows the case of the brushless motor of the high-speed rotation mold of the conventional example, and drawing 17 shows the case of the brushless motor of the low-speed rotation mold of the conventional example. Let the conventional example be the brushless motor of three layers of six poles with the structure of drawing 15.

[0034] As conditions, the relation between an operating rotational frequency and torque is as being shown below.

[0035] At the time of high-speed rotation, between torque  $T_2 = 5.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_2 = 2000\text{rpm}$  to torque  $T_1 = 1.0\text{gcm(s)}$  and rotational frequency  $N_1 = 10000\text{rpm}$  is satisfied. At the time of low-speed rotation, between torque  $T_2 = 5.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_4 = 50\text{rpm}$  to torque  $T_1 = 1.0\text{gcm(s)}$  and rotational frequency  $N_3 = 200\text{rpm}$  is satisfied. Furthermore, it is having satisfied more than starting torque  $TST = 100\text{gcm}$ , less than [ electrical-potential-difference 12V ], and below consumed-electric-current 0.9A.

[0036] \*\* Make 10V set up and put the electrical potential difference concerning a driver circuit into operation by the motor of this invention example at the time of starting at the time of starting. As shown in drawing 11, the consumed electric current IST at that time was set to 0.446A, and starting torque TST was set to 106gcm(s), and it has satisfied the conditions below more than starting torque  $TST = 100\text{gcm}$  and consumed-electric-current 0.9A.

[0037] If 100gcm(s) are made to take out as starting torque TST, it cannot become very large with electrical-potential-difference 153V and current 1.33A, and the aforementioned conditions cannot be filled with the motor of the high-speed rotation mold of the conventional example with the property of drawing 16 at all.

[0038] Although 10V are started by carrying out an electrical potential difference, the consumed electric current IST at that time was set to 0.446A, starting torque TST was set to 106gcm(s), and it is satisfied with the motor of the low-speed rotation mold of the conventional example with the property of drawing 17 of the conditions below more than starting torque  $TST = 100\text{gcm}$  and consumed-electric-current 0.9A.

[0039] \*\* By the motor of this invention example which has the property of drawing 11 at the time of high-speed rotation Point B1 on the T-I curve corresponding to torque  $T_2 = 5.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_2 = 2000\text{rpm}$  It sets. Electrical-potential-difference 10V, Point A1 on the T-I curve corresponding to [ it is set to consumed-electric-current 0.073A, and ] torque  $T_1 = 1.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_1 = 10000\text{rpm}$  It set, and was set to electrical-potential-difference 10V and consumed-electric-current 0.02A, and the conditions less than [ electrical-potential-difference 12V ] and below consumed-electric-current 0.9A are satisfied.

[0040] By the motor of the high-speed rotation mold of the conventional example with the property of drawing 16 Point B-2 on the T-I curve corresponding to torque  $T_2 = 5.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_2 = 2000\text{rpm}$  It sets. Electrical-potential-difference 10V, Point A2 on the T-I curve corresponding to [ it is set to consumed-electric-current 0.073A, and ] torque  $T_1 = 1.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_1 = 10000\text{rpm}$  It set, and was set to electrical-potential-difference 10V and consumed-electric-current 0.02A, and the conditions less than [ electrical-potential-difference 12V ] and below consumed-electric-current 0.9A are satisfied.

[0041] By the motor of the low-speed rotation mold of the conventional example with the property of drawing 17 Point B3 on the T-N curve corresponding to torque  $T_2 = 5.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_2 = 2000\text{rpm}$  It sets. Electrical-potential-difference 25.2V, Point A3 on the T-N curve corresponding to [ it is set to consumed-electric-current 0.0063A, and ] torque  $T_1 = 1.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_1 = 10000\text{rpm}$  It sets, and is set to electrical-potential-difference 31.5V and consumed-electric-current 0.023A, and for fulfilling the aforementioned conditions at the time of high-speed rotation, an electrical potential difference becomes high too much.

[0042] \*\* By the motor of this invention example which has the property of drawing 11 at the time of low-speed

rotation Point D1 on the T-I curve corresponding to torque  $T_2 = 5.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_4 = 50\text{rpm}$  It sets. Electrical-potential-difference  $0.63\text{V}$ , Point C1 on the T-I curve corresponding to [ it is set to consumed-electric-current  $0.023\text{A}$  and power consumption  $0.0145\text{W}$ , and ] torque  $T_1 = 1.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_3 = 200\text{rpm}$  It sets. Electrical-potential-difference  $0.63\text{V}$ , It was set to consumed-electric-current  $0.0063\text{A}$  and power consumption  $0.0039\text{W}$ , and the aforementioned conditions are satisfied.

[0043] By the motor of the high-speed rotation mold of the conventional example with the property of drawing 16 Point D2 on the T-N curve corresponding to torque  $T_2 = 5.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_4 = 50\text{rpm}$  It sets. Electrical-potential-difference  $7.68\text{V}$ , It is set to consumed-electric-current  $0.073\text{A}$  and power consumption  $0.561\text{W}$ , and is set to electrical-potential-difference  $3.04\text{V}$  and consumed-electric-current  $0.02\text{A}$  and power consumption  $0.0608\text{W}$  in the point C2 on the T-N curve corresponding to torque  $T_1 = 1.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_3 = 200\text{rpm}$ .

[0044] By the motor of the low-speed rotation mold of the conventional example with the property of drawing 17 Point D3 on the T-I curve corresponding to torque  $T_2 = 5.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_4 = 50\text{rpm}$  It sets. Electrical-potential-difference  $0.63\text{V}$ , Point C3 on the T-I curve corresponding to [ it is set to consumed-electric-current  $0.023\text{A}$  and power consumption  $0.0145\text{W}$ , and ] torque  $T_1 = 1.0\text{gcm}$  and rotational frequency  $N_3 = 200\text{rpm}$  It sets and is set to electrical-potential-difference  $0.63\text{V}$  and consumed-electric-current  $0.0063\text{A}$  and power consumption  $0.0039\text{W}$ .

[0045] although the aforementioned conditions are once \*\*\*\*\* (ed) by the motor of every property as mentioned above at the time of low-speed rotation, the power consumption of the motor of the conventional example with the property of drawing 16 is markedly alike compared with other motors, and large.

[0046] As mentioned above, as explained in full detail, by the motor of this invention example, it turns out that it can be used from high-speed rotation (2000 or more rpm) to low-speed rotation (200 or less rpm), not passing a high current at the time of starting of a motor, and holding down useless power consumption. Moreover, power consumption at the time of low-speed rotation can be lessened.

[0047] In the above-mentioned example, although the switch with series-coil LS (the 1st coil 18) of a high-speed rotation mold and series-coil LL (the 2nd coil 19) of a low-speed rotation mold was performed in the branch circuit 41, this invention is not limited to this and may use the change-over switch 42 of an easy configuration as shown in drawing 12. In this case, each change-over switch 42 shall interlock. Moreover, in the above-mentioned example, although the brushless motor of 6 pole x6 pole was taken up, if it is the motor which the brushless motor of 6 pole x3 pole as shown in drawing 13, and the brushless motor of 3 pole x3 pole as shown in drawing 14 are sufficient as, in addition has two or more kinds of coils of the multiple individual of 3 by the brushless motor of a three phase circuit, the same effectiveness will be acquired. The 2nd coil 19 is arranged at the condition of in any case surrounding an outside although the 1st coil 18 serves as the symmetry of revolution at least among those with two or more, and two or more of these 1st coils 18. Moreover, although the fixed York type motor was taken up in the above-mentioned example, a rotation York type motor with Rota may be used. Moreover, the 1st inside coil 18 may consist of above-mentioned examples in this reverse, although a high-speed rotation mold and the 2nd outside coil 19 were used as the low-speed rotation mold.

[0048]

[Effect of the Invention] Since the 1st coil and 2nd coil with which a torque-rotational frequency curve differs from a torque-consumed-electric-current curve mutually are constituted possible [ a drive ] alternatively according to the brushless motor of claim 1 concerning this invention, while it becomes unnecessary to pass a high current at the time of starting of a motor, it can be used from high-speed rotation to low-speed rotation, holding down useless power consumption.

[0049] According to the brushless motor of claim 2 concerning this invention, by using the 1st inside coil as a high-speed rotation mold, the number of turns of this 1st coil can be lessened, and it can arrange in a compact inside the 2nd outside coil.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view of the brushless motor concerning one example of this invention in (a), the top view in which (b) shows the coil arrangement on the substrate of the brushless motor, and (c) are the top views showing arrangement of the permanent magnet in Rota.

[Drawing 2] In order to distinguish each of the 1st every six poles coils with each and 2nd coil in the brushless motor of an example, it is the top view showing the condition of having assigned the sign to each coil.

[Drawing 3] It is the connection circuit diagram of the coil of 6 pole x6 pole in the brushless motor of an example.

[Drawing 4] It is the circuit diagram of the drive control circuit of the brushless motor of an example.

[Drawing 5] It is the block diagram which blocked the circuit diagram of drawing 4 .

[Drawing 6] It is the flow chart with which explanation of the drive control circuit of drawing 4 of operation is presented.

[Drawing 7] It is the circuit diagram of another drive control circuit of the brushless motor of an example.

[Drawing 8] It is the block diagram which blocked the circuit diagram of drawing 7 .

[Drawing 9] It is the flow chart with which explanation of the drive control circuit of drawing 7 of operation is presented.

[Drawing 10] It is the characteristic curve sheet showing the torque-rotational frequency curve and torque-consumed-electric-current curve which were measured using the brushless motor shown in drawing 1 .

[Drawing 11] It is the characteristic curve sheet showing the torque-rotational frequency curve in the case of using the brushless motor of an example in the state of a high-speed rotation condition and low-speed rotation, and a torque-consumed-electric-current curve.

[Drawing 12] It is the connection circuit diagram of the coil of 6 pole x6 pole in the brushless motor of another example.

[Drawing 13] It is the top view showing the coil arrangement on the substrate of the brushless motor (6 pole x3 pole) concerning another example of this invention.

[Drawing 14] It is the top view showing the coil arrangement on the substrate of the brushless motor (3 pole x3 pole) concerning still more nearly another example of this invention.

[Drawing 15] The sectional view of the brushless motor concerning the conventional example in (a), the top view in which (b) shows the coil arrangement on the substrate of the brushless motor, and (c) are the top views showing arrangement of the permanent magnet in Rota.

[Drawing 16] It is the characteristic curve sheet showing the torque-rotational frequency curve about the brushless motor of the high-speed rotation mold of the conventional example, and a torque-consumed-electric-current curve.

[Drawing 17] It is the characteristic curve sheet showing the torque-rotational frequency curve about the brushless motor of the low-speed rotation mold of the conventional example, and a torque-consumed-electric-current curve.

## [Description of Notations]

11 .... Substrate 12 .. York

13 .... Frame 14 .. Bearing unit

15 .... Revolving shaft 16 .. Rotation York

17 .... Permanent magnet 18 .. The 1st coil

19 .... The 2nd coil 20 .. Location sensing element

21 .... Rota 22 .. Stator

41 .... Shunt circuit 42 .. Change-over switch

52 .... I-V conversion circuit 53 .. Comparator circuit

54 .... Reference voltage generating circuit 55 .. Change-over circuit

56 .... Brushless motor 61 .. Driver circuit

62 .... Engine-speed detection sensor 63 .. F-V converter

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

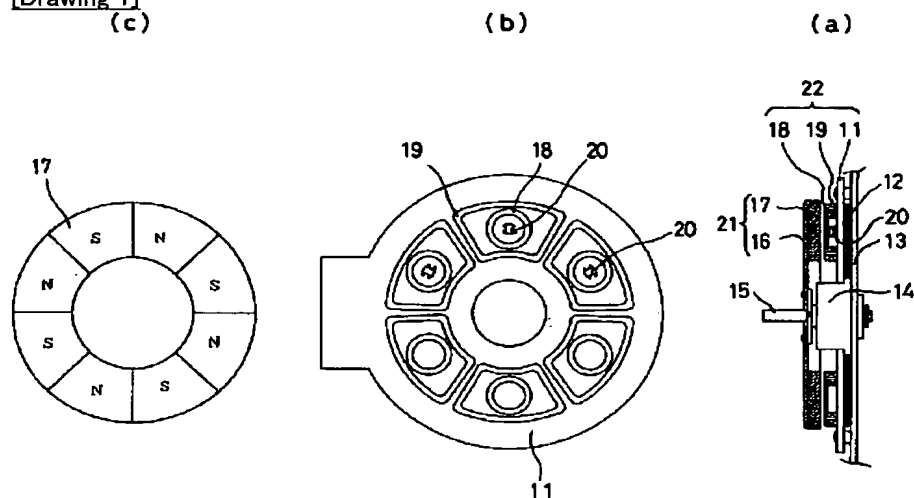
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

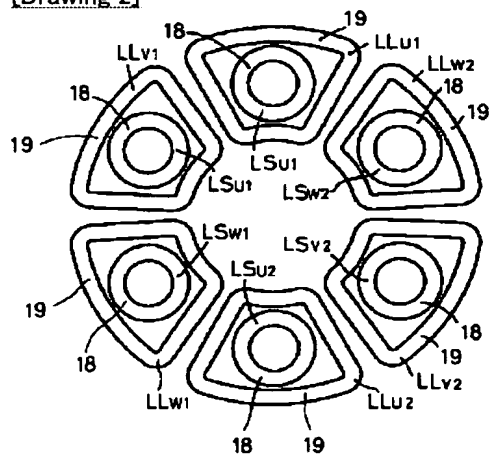
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

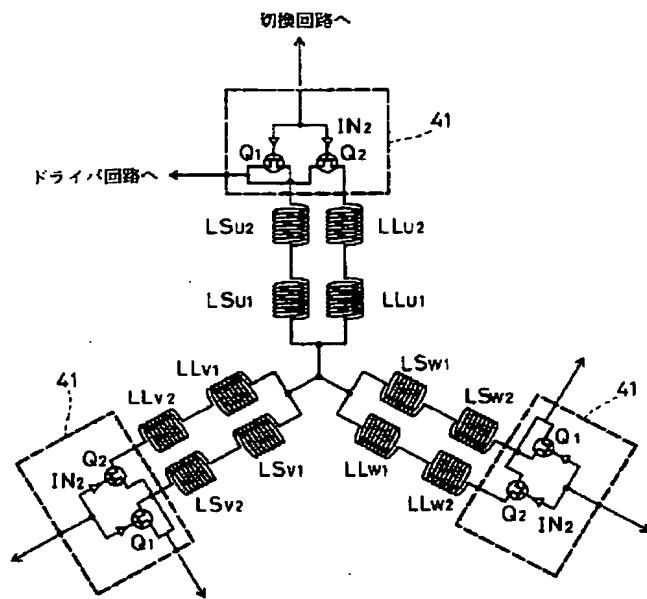
[Drawing 1]



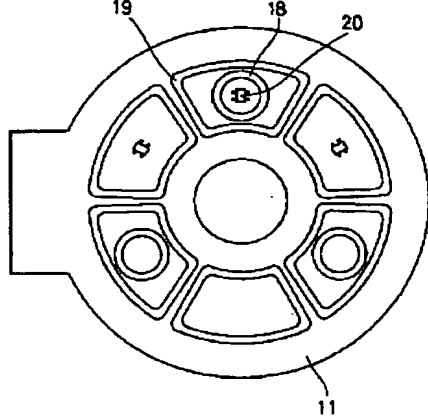
[Drawing 2]



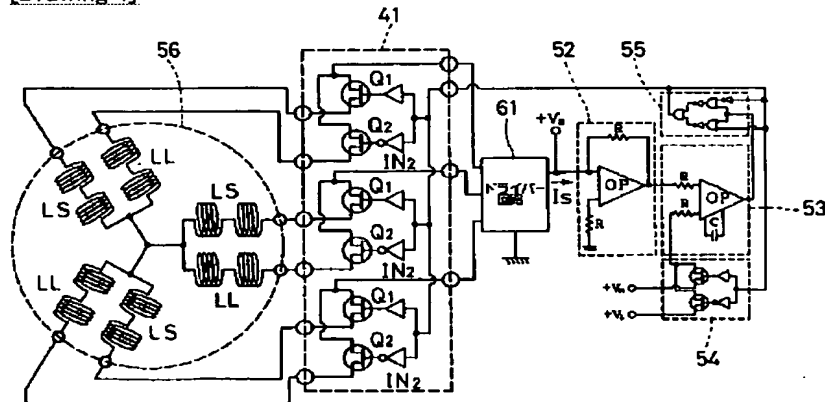
[Drawing 3]



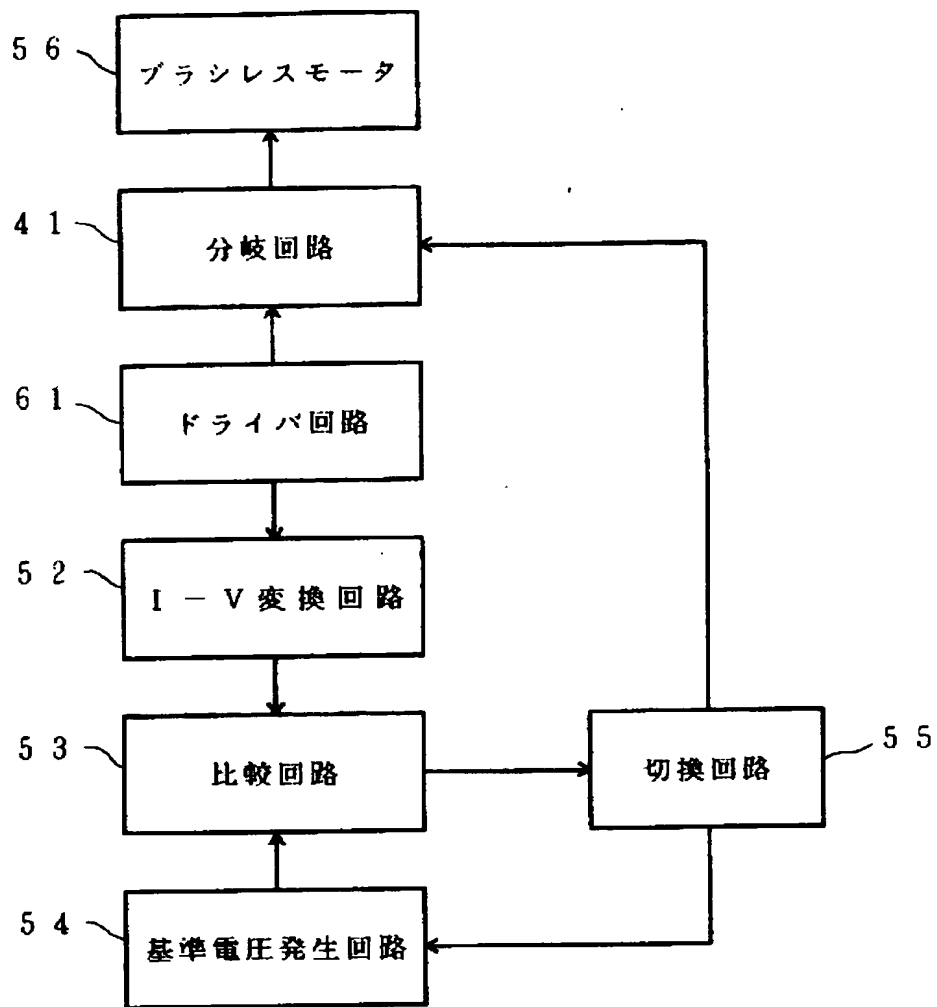
[Drawing 13]



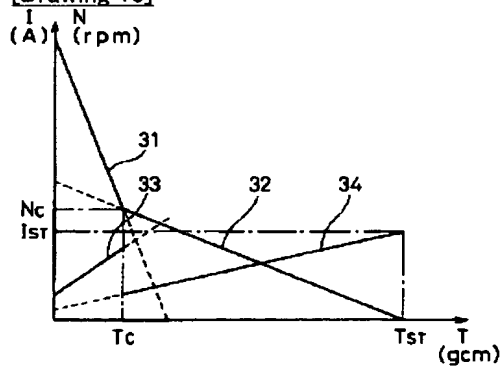
[Drawing 4]



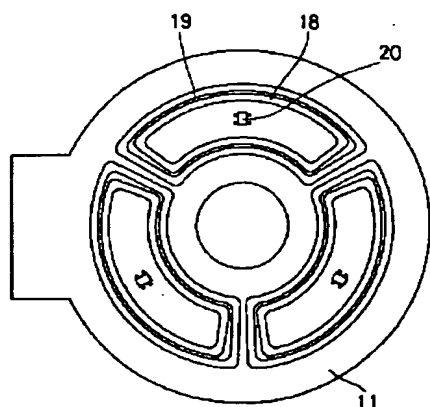
[Drawing 5]



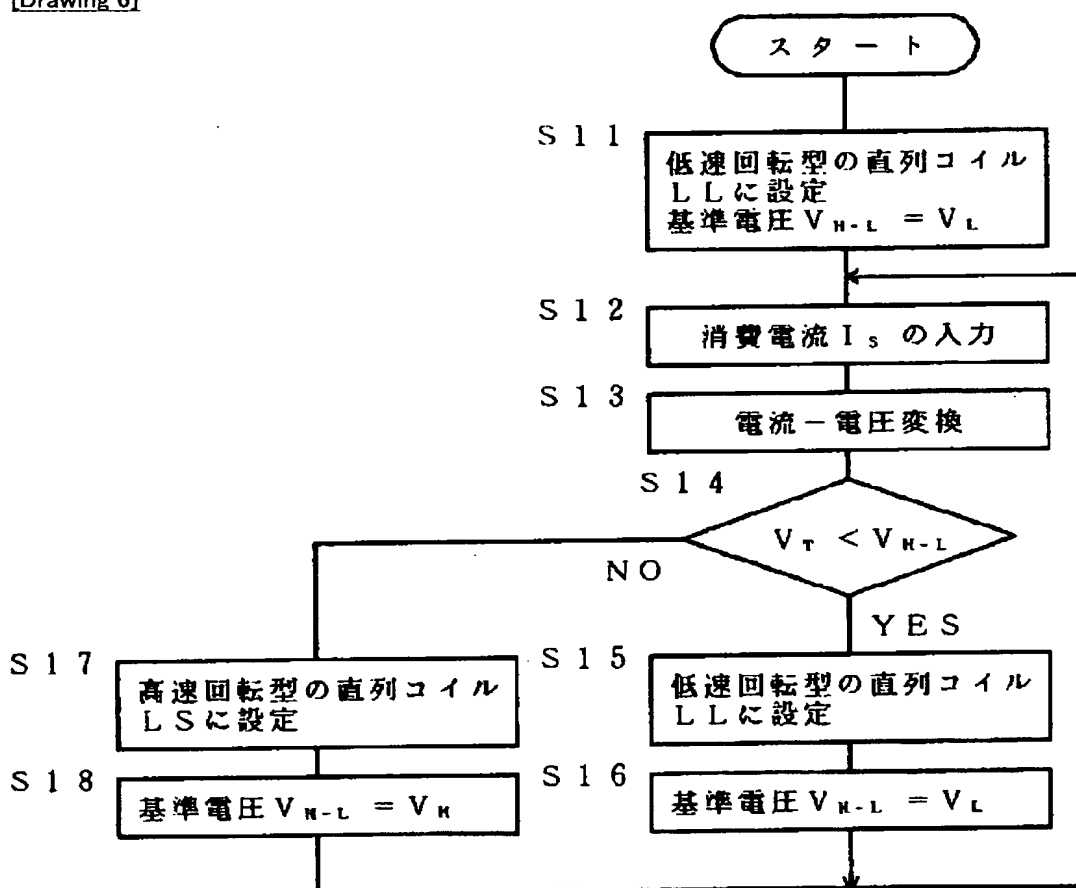
[Drawing 10]



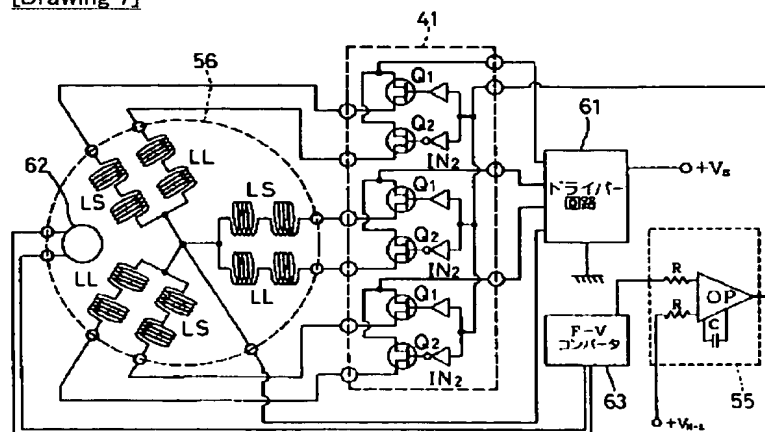
[Drawing 14]



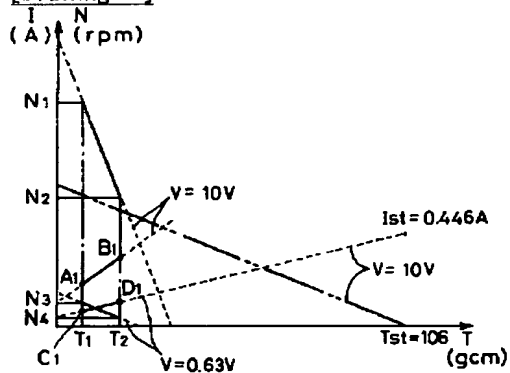
[Drawing 6]



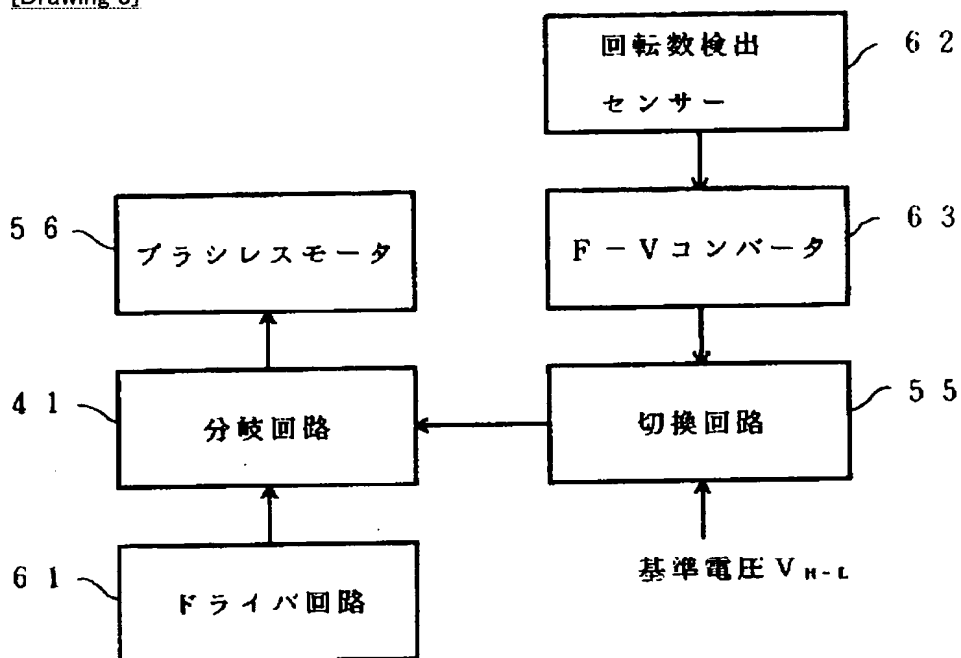
[Drawing 7]



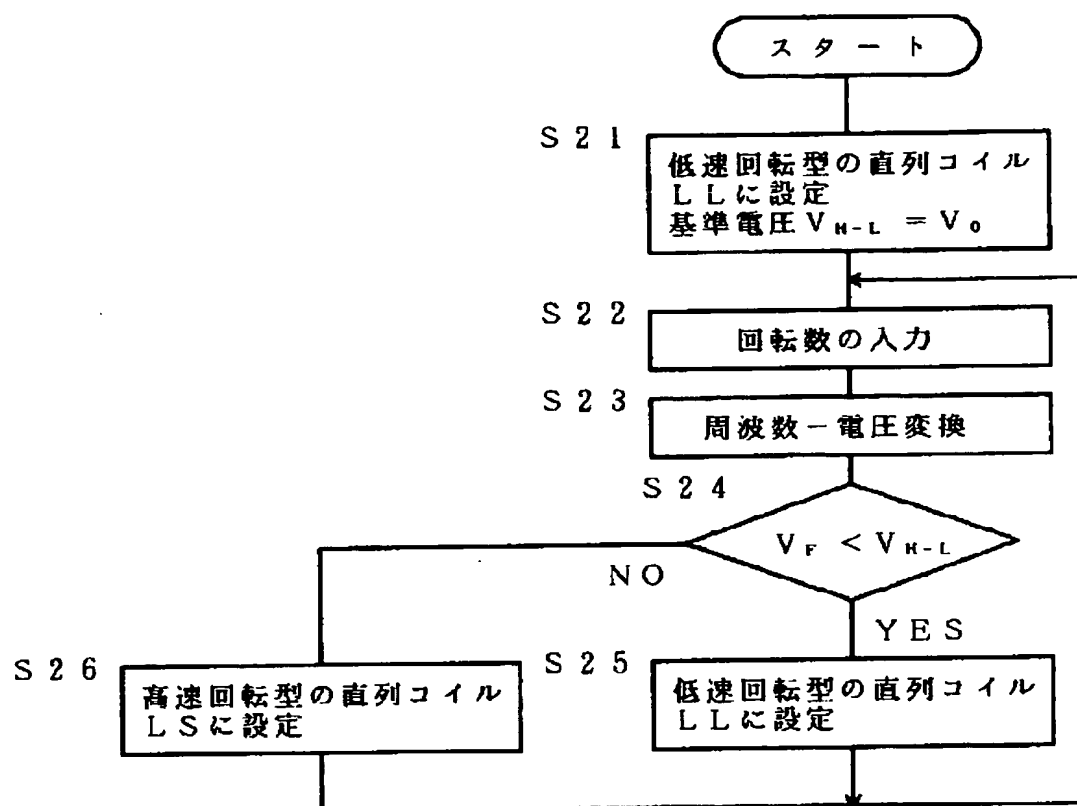
[Drawing 11]



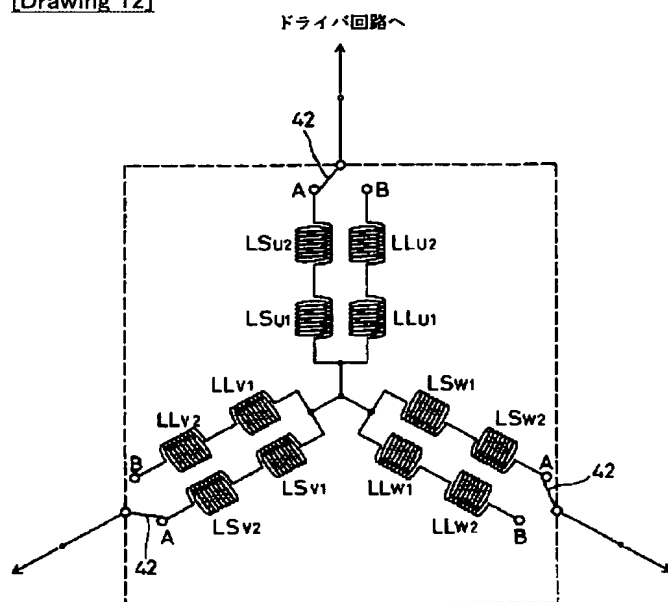
[Drawing 8]



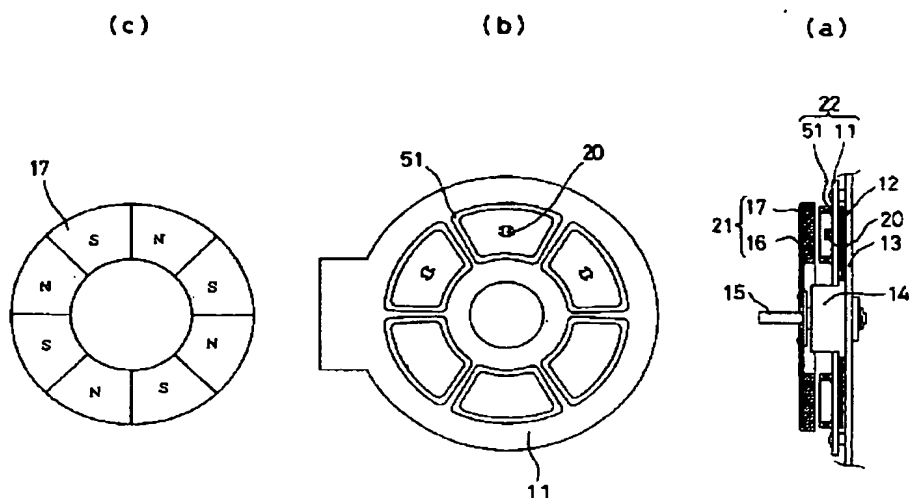
[Drawing 9]



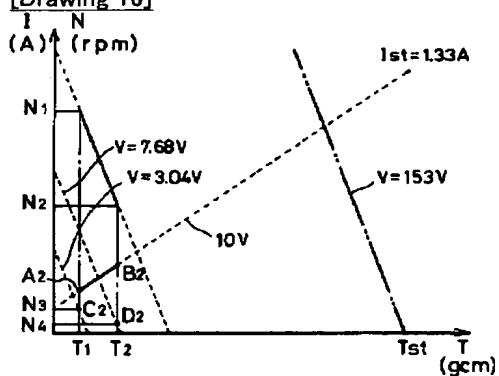
[Drawing 12]



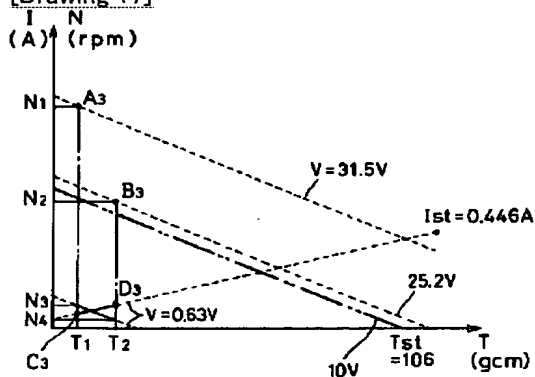
[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Drawing 17]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-205504

(43) 公開日 平成8年(1986)8月9日

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	序内整理番号	P I	技術表示箇所
H 0 2 K	29/00	Z		
	3/04	D		
	3/28	M		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-9689

(22) 出願日 平成7年(1985)1月25日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 橋本 公彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

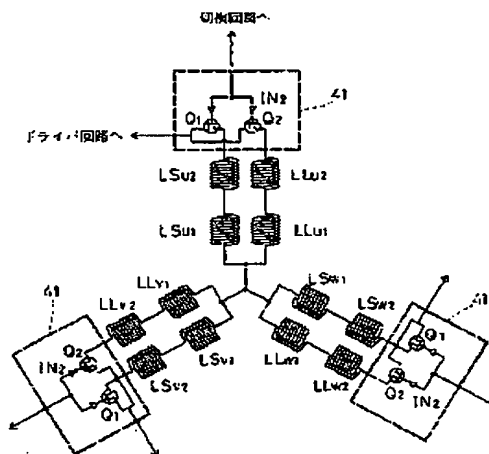
(74) 代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】 ブラシレスモータ

(57) 【要約】

【目的】 モータの始動時に大電流を流す必要がなく、無駄な電力消費を抑えながら、高速回転から低速回転まで使用できるようにする。

【構成】 基板 11 上に回転磁界を発生させるための 6 極の第 1 のコイル 18、6 極の第 2 のコイル 19 を設ける。第 1 のコイル 18 は第 2 のコイル 19 の内側に配置されている。第 1 のコイル 18 と第 2 のコイル 19 とはトルク-回転数曲線とトルク-消費電流曲線とが異なり、第 1 のコイル 18 は高速回転型に、第 2 のコイル 19 は低速回転型に構成されている。6 極の第 1 のコイル 18 も 6 極の第 2 のコイル 19 も、直径方向で対向する 2 つずつが直列に接続され、その直列接続されたものの 3 組が Y 結線で接続されている。第 1 のコイル 18 (高速回転型の直列コイル L S) と第 2 のコイル 19 (低速回転型の直列コイル L L) とは分岐回路 41 によって選択的に駆動されるように構成されている。





(2)

特開平8-205504

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 永久磁石をもつロータと回転磁界を発生するコイルをもつステータとを備えたブラシレスモータにおいて、前記回転磁界を発生するコイルとして、複数の第1のコイルと、この複数の第1のコイルのうち少なくとも回転対称となるものの外側を囲む状態に配置された第2のコイルとを有し、前記第1のコイルと前記第2のコイルとは巻線の抵抗値、巻数、外形の大きさのうち少なくとも1つを異ならせることによりトルク-回転数曲線とトルク-消費電流曲線とが互いに異なるものに構成され、かつ、前記第1のコイルと前記第2のコイルとが選択的に駆動可能に構成されていることを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項2】 内側にある第1のコイルが高速回転型に、外側にある第2のコイルが低速回転型にそれぞれ構成されていることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばビデオ装置のリール駆動に使用されるビデオテープ送り用のモータやCD（コンパクトディスク）のスピンドルモータ等として用いられるブラシレスモータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のブラシレスモータについて、図15を用いて説明する。図15の(a)は従来のブラシレスモータの断面図、(b)は従来のブラシレスモータに用いられる基板上のコイルの配置を示す平面図、(c)はロータにおける永久磁石の配置を示す平面図である。

【0003】 ロータ21は回転ヨーク16と永久磁石17とで構成され、回転軸15を介して軸受ユニット14により支えられている。軸受ユニット14はフレーム13に固定されている。ステータ22は基板11上に回転磁界を発生させるための複数のコイル51を配置し、基板11上のパターンで結線して構成されている。ステータ22の基板11はフレーム13に固定されている。基板11の下方には磁気回路を構成するヨーク12が配置されている。このタイプのモータを一般に固定ヨークタイプと呼んでいる。ロータ21を一定方向に回転させるためにはロータ21の磁極位置に対応したコイル51を励磁する必要があるが、そのタイミングをとるために基板11上でコイル51の中央位置に位置検出素子20を3つ配置している。この位置検出素子20としては一般的に、N、Sの磁極判別能力をもつ小型で安価なホール素子が用いられる。基板11上における6つのコイル51は放射状に配置されているが、直径方向で対向する2つが直列に接続され、その直列接続されたものの3組がY結線で接続されている。ロータ21における永久磁石17は4つ（8極）あり、N極、S極が交互に並ぶように配置されている。

2

【0004】 上記構成のブラシレスモータは、永久磁石17をもつロータ21をステータコイル51で発生させる回転磁界によって回転させるものである。

【0005】 ところで、ロータ21の永久磁石17が高速回転すると、ステータコイル51側に電圧が誘起され、これが逆起電力となって、コイル51の巻線の線長が長いほど逆起電力の大きさが大きくなり、ロータ21の回転力を弱める。したがって、高速回転型のモータでは、巻線の線長を短く（巻数を少なく）しなければならない。一方、巻線の線長の長い（巻数の多い）低速回転型のモータで、高速回転を実現するためには、電圧を高くしてトルクを増す必要がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、高速回転型のブラシレスモータでは、コイルの巻数が少ないので、モータの始動時や低速回転時に充分なトルクを発生させるためには大電流を流す必要がある。すると、ステータコイル51に回転磁界を発生させる回路や駆動デバイスを保護する必要が生じ、電流リミッタという電流消費回路を設けなければならなくなる。しかし、電流リミッタを設けると、モータの始動時や低速回転時の大電流が必要なときにも電流リミッタで電流がカットされてしまい、必要な始動トルクを得ることができなくなる。これでは、ひとつのモータで高速回転（2000rpm以上）の性能は満足しても、低速回転（200rpm以下）や始動時に充分なトルクを発揮し、かつ消費電力が少ないという条件を満足するモータを提供することができない。

【0007】 一方、低速回転型のブラシレスモータで、高速回転を実現するためには、トルクを増すために印加する電圧を高く設定して、高速回転に対応しなければならない。高電圧が必要となれば、巻線の線材料やドライバ回路および電源に制約が生じる。

【0008】 なお、以上の課題については、実諸例の説明中において図16、図17を用いて詳細に説明することとする。

【0009】 本発明は、このような事情に鑑みて創案されたものであって、電流リミッタに起因する始動時の大電流の必要性や高速回転時の高電圧の必要性や低速回転時の消費電力の無駄をなくし、高速回転（2000rpm以上）から低速回転（200rpm以下）まで使用できるブラシレスモータを提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明に係わる請求項1のブラシレスモータは、永久磁石をもつロータと回転磁界を発生するコイルをもつステータとを備えたブラシレスモータにおいて、前記回転磁界を発生するコイルとして、複数の第1のコイルと、この複数の第1のコイルのうち少なくとも回転対称となるものの外側を囲む状態に

(3)

特開平8-205504

3

配置された第2のコイルとを有し、前記第1のコイルと前記第2のコイルとは巻線の抵抗値、巻数、外形の大きさのうち少なくとも1つを異ならせることによりトルク-回転数曲線とトルク-消費電流曲線とが互いに異なるものに構成され、かつ、前記第1のコイルと前記第2のコイルとが選択的に駆動可能に構成されていることを特徴とするものである。

【0011】本発明に係わる請求項2のブラシレスモータは、上記請求項1において、内側にある第1のコイルが高速回転型に、外側にある第2のコイルが低速回転型にそれぞれ構成されていることを特徴とするものである。

【0012】

【作用】請求項1のブラシレスモータにおいては、互いにトルク-回転数曲線とトルク-消費電流曲線とが異なる第1のコイルと第2のコイルとを選択的に駆動可能に構成してあるので、モータの始動時に大電流を流す必要がなく、無駄な電力消費を抑えながら、高速回転から低速回転まで使用することが可能となる。

【0013】請求項2のブラシレスモータにおいては、内側の第1のコイルを高速回転型にすることにより、この第1のコイルの巻数を少なくして、外側の第2のコイルの内側にコンパクトに配置することが可能となる。

【0014】

【実施例】以下、本発明に係わるブラシレスモータの実施例を図面に基いて詳細に説明する。この実施例は6極×6極の3相ブラシレスモータについてのものである。

【0015】図1の(a)は実施例の3相ブラシレスモータの断面図、(b)は実施例のブラシレスモータに用いられる基板上のコイルの配置を示す平面図、(c)はロータにおける永久磁石の配置を示す平面図である。

【0016】ロータ21は回転ヨーク16と永久磁石17とで構成され、回転軸15を介して軸受ユニット14により支えられている。軸受ユニット14はフレーム13に固定されている。基板11の下方には磁気回路を構成するヨーク12が配置されている。このタイプのモータを一般に固定ヨークタイプと呼んでいる。

【0017】ステータ22は、基板11上に回転磁界を発生させるための6極の第1のコイル18と6極の第2のコイル19とを配置し、基板11上のパターンで結線して構成されている。各第1のコイル18は、各第2のコイル19の内側に配置され、第1のコイル18の外径は第2のコイル19の内径よりも小さくなっている。

【0018】第1のコイル18も第2のコイル19も、導線が複数層に整列巻きされている。

【0019】巻線の抵抗値、巻数、外形の大きさなどの選定により、第1のコイル18は高速回転型に設計され、第2のコイル19は低速回転型に設計されている。この例では、第1のコイル18の巻線の巻数は60ター

4

ン/極、第2のコイル19の巻線の巻数は200ターン/極、第1のコイル18の抵抗値は29オーム、第2のコイル19の抵抗値は6.9オームに設定してある。ステータ22の基板11はフレーム13に固定されている。

【0020】ロータ21を一定方向に回転させるためにはロータ21の磁極位置に対応したコイルを励磁する必要があるが、そのタイミングをとるために基板11上で3つの第1のコイル18の中央位置に位置検出素子20を3つ配置している。この位置検出素子20としては一般的に、N、Sの磁極判別能力をもつ小型で安価なホール素子が用いられる。なお、最近では、位置検出素子20を必要としないドライバICも存在するので、そのドライバICを使用するときには位置検出素子20を省略することができる。

【0021】基板11上において、6極の第1のコイル18が放射状に配置され、各第1のコイル18それぞれの外側を囲む状態で第2のコイル19が計6極放射状に配置されている。6極の第1のコイル18も6極の第2のコイル19も、60°の回転対称形をなしている。

【0022】基板11上には、コイルの端子をモータ外部に取り出すための配線パターン（特に図示せず）が存在し、それぞれのコイルはこの配線パターンを用いて分岐回路41やドライバ回路（ドライバIC）に接続される。ロータ21における永久磁石17は4つあり、N極とS極とからなる磁極が8極あり、N極、S極が交互に並ぶように配置されている。

【0023】放射状の6極の第1のコイル18は、直径方向に対向する2つずつが直列に接続され、その直列接続されたものの3組がY結線で接続されている。同様に、放射状の6極の第2のコイル19も、直径方向に対向する2つずつが直列に接続され、その直列接続されたものの3組がY結線で接続されている。図2は、6極の第1のコイル18の各々と6極の第2のコイル19の各々とを区別するために、各コイルに符号を割り当てたものである。図3に示すように、内側のコイルLS<sub>11</sub>とLS<sub>21</sub>が直列接続され、コイルLS<sub>31</sub>とLS<sub>41</sub>が直列接続され、コイルLS<sub>51</sub>とLS<sub>61</sub>が直列接続され、外側のコイルLL<sub>11</sub>とLL<sub>21</sub>が直列接続され、コイルLL<sub>31</sub>とLL<sub>41</sub>が直列接続され、コイルLL<sub>51</sub>とLL<sub>61</sub>が直列接続されている。また、その直列接続されたコイルどうしを分岐回路41を介して、〔LS<sub>11</sub>-LS<sub>21</sub>〕と〔LL<sub>11</sub>とLL<sub>21</sub>〕とが並列接続され、〔LS<sub>31</sub>-LS<sub>41</sub>〕と〔LL<sub>31</sub>-LL<sub>41</sub>〕とが並列接続され、〔LS<sub>51</sub>-LS<sub>61</sub>〕と〔LL<sub>51</sub>とLL<sub>61</sub>〕とが並列接続されている。そして、このように直並列接続された3つのコイル群がY結線で接続されている。

【0024】図4は上記のように構成されたブラシレスモータ56の駆動制御回路を示す。

【0025】分岐回路41は、内側の高速回転用の各直

50

(4)

特開平8-205504

5

列コイルL Sの端子に接続されたスイッチング素子Q<sub>1</sub>と、外側の低速回転用の各直列コイルL Lに接続されたスイッチング素子Q<sub>2</sub>と、各スイッチング素子Q<sub>2</sub>のゲートに接続されたインバータI N<sub>2</sub>とから構成されている。分岐回路4 1は、電圧V<sub>1</sub>を供給するドライバ回路6 1に接続されており、切換回路5 5からの信号により、スイッチング素子Q<sub>1</sub>を導通して内側の高速回転型の直列コイルL Sを駆動する状態と、スイッチング素子Q<sub>2</sub>を導通して外側の低速回転型の直列コイルL Lを駆動する状態とに切り換えられるようになっている。ドライバ回路6 1には、ドライバ回路6 1による消費電流I<sub>1</sub>を電圧に変換するI-V(電流-電圧)変換回路5 2が接続され、I-V変換回路5 2の出力電圧は比較回路5 3において、コイルを選択する基準となる基準電圧発生回路5 4から入力する基準電圧V<sub>ref</sub>(高速回転型直列コイル用基準電圧V<sub>ref</sub>または低速回転型直列コイル用基準電圧V<sub>ref</sub>)と比較され、その比較の結果としての“H”または“L”の信号を比較回路5 3から切換回路5 5に出力するようになっている。

【0026】切換回路5 5から出力されてコイルを切り換える信号は、分岐回路4 1に出力してスイッチング素子Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>のいずれか一方を導通し、ブラシレスモータ5 6のコイルを高速回転型のL Sか低速回転型のL Lのいずれかに切り換えるとともに、基準電圧発生回路5 4にも出力して発生する基準電圧を高速回転型のV<sub>ref</sub>か低速回転型のV<sub>ref</sub>に切り換える。また、切換回路5 5は、比較回路5 3からの信号と切換回路5 5がそれ以前に選択したコイル切換信号とを入力し、その論理回路に従った演算により新たな切換信号を出力する。現在使用中のコイルが適切であれば、前の信号を継続して出力するが、不適切であれば信号を切り換える。

【0027】その切換信号は、内側の高速回転型の直列コイルL Sを駆動するときは“H”となり、外側の低速回転型の直列コイルL Lを駆動するときは“L”となる。

【0028】図5は図4の回路図をブロック化したものである。図4、図5に示した構成の駆動制御回路の動作は次のとおりである。図6のフローチャートに従って説明する。駆動開始時のステップS 11では、駆動するコイルとして低速回転型の直列コイルL Lを設定するとともに基準電圧V<sub>ref</sub>として低速回転型直列コイル用基準電圧V<sub>ref</sub>を設定する。ステップS 12でドライバ回路6 1から消費電流I<sub>1</sub>をI-V変換回路5 2に入力し、ステップS 13で電流-電圧(I-V)変換を行う。ステップS 14でその変換電圧V<sub>1</sub>を基準電圧V<sub>ref</sub>と比較し、変換電圧V<sub>1</sub>が基準電圧V<sub>ref</sub>より低いときはステップS 15に進んで切換回路5 5から“L”レベルを出力して駆動すべきコイルとして低速回転型の直列コイルL Lを設定するとともに、ステップS 16で基準電圧V<sub>ref</sub>として低速回転型直列コイル用基準電圧V<sub>ref</sub>を設定

5

した後、ステップS 12に戻る。これにより低速回転の駆動状態が得られる。ステップS 14において変換電圧V<sub>1</sub>が基準電圧V<sub>ref</sub>以上のときはステップS 17に進んで切換回路5 5から“H”レベルを出力して駆動すべきコイルとして高速回転型の直列コイルL Sを設定するとともに、ステップS 18で基準電圧V<sub>ref</sub>として高速回転型直列コイル用基準電圧V<sub>ref</sub>を設定した後、ステップS 12に戻る。これにより高速回転の駆動状態が得られる。

【0029】図7はブラシレスモータ5 6の別の駆動制御回路を示す。分岐回路4 1は、内側の高速回転用の各直列コイルL Sの端子に接続されたスイッチング素子Q<sub>1</sub>と、外側の低速回転用の各直列コイルL Lに接続されたスイッチング素子Q<sub>2</sub>と、各スイッチング素子Q<sub>2</sub>のゲートに接続されたインバータI N<sub>2</sub>とから構成されている。分岐回路4 1は、電圧V<sub>1</sub>を供給するドライバ回路6 1に接続されており、切換回路5 5からの信号により、スイッチング素子Q<sub>1</sub>を導通して内側の高速回転型の直列コイルL Sを駆動する状態と、スイッチング素子Q<sub>2</sub>を導通して外側の低速回転型の直列コイルL Lを駆動する状態とに切り換えられるようになっている。ブラシレスモータ5 6には回転数検出センサー6 2が設けられ、この回転数検出センサー6 2がF-Vコンバータ(周波数-電圧変換回路)6 3に接続され、F-Vコンバータ6 3の出力電圧は比較回路からなる切換回路5 5において基準電圧V<sub>ref</sub>と比較され、その比較の結果としての“H”または“L”の信号を切換回路5 5から分岐回路4 1に出力してスイッチング素子Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>のいずれか一方を導通し、ブラシレスモータ5 6のコイルを高速回転型のL Sか低速回転型のL Lのいずれかに切り換える。

【0030】図8は図7の回路図をブロック化したものである。図7、図8に示した構成の駆動制御回路の動作は次のとおりである。図9のフローチャートに従って説明する。駆動開始時のステップS 21では、駆動するコイルとして低速回転型の直列コイルL Lを設定するとともに基準電圧V<sub>ref</sub>としてV<sub>ref</sub>を設定する。ステップS 22で回転数検出センサー6 2からモータ5 6の回転数を示す周波数信号をF-Vコンバータ6 3に入力し、ステップS 23で周波数-電圧(F-V)変換を行う。ステップS 24でその変換電圧V<sub>1</sub>を基準電圧V<sub>ref</sub>(=V<sub>ref</sub>)と比較し、変換電圧V<sub>1</sub>が基準電圧V<sub>ref</sub>より低いときはステップS 25に進んで切換回路5 5から“L”レベルを出力して駆動すべきコイルとして低速回転型の直列コイルL Lを設定した後、ステップS 22に戻る。これにより低速回転の駆動状態が得られる。ステップS 24において変換電圧V<sub>1</sub>が基準電圧V<sub>ref</sub>(=V<sub>ref</sub>)以上のときはステップS 26に進んで切換回路5 5から“H”レベルを出力して駆動すべきコイルとして高速回転型の直列コイルL Sを設定した後、ステップS

(5)

特開平8-205504

7

8

22に戻る。これにより高速回転の駆動状態が得られる。

【0031】図10は図1～図3に示した構成を有するブラシレスモータ56を用いて測定したトルク-回転数曲線(T-N曲線)とトルク-消費電流曲線(T-I曲線)とを示す。第1のコイル18(LS)は高速回転型となるように巻線の巻数を少なくし、第2のコイル19(LL)は低速回転型となるように巻線の巻数を多くしてある。ロータ21の回転数およびトルクに応じて第1のコイル18(高速回転型の直列コイルLS)または第2のコイル19(低速回転型の直列コイルLL)を分岐回路41で選択してブラシレスモータ56を駆動させるのである。

【0032】図10において、特性曲線31, 33は高速回転型の直列コイルLS(第1のコイル18)を選択して測定したときのモータのT-N曲線およびT-I曲線であり、特性曲線32, 34は低速回転型の直列コイルLL(第2のコイル19)を選択して測定したときのモータのT-N曲線およびT-I曲線である。低速回転型の直列コイルLL(第2のコイル19)を用いて、始動点(トルク $T_{s1}$ 、電流 $I_{s1}$ )で始動し、切換点(トルク $T_c$ 、回転数 $N_c$ )の点に達するまで低速回転とし、切換点に達すると、分岐回路41において低速回転型の直列コイルLL(第2のコイル19)から高速回転型の直列コイルLS(第1のコイル18)に切り換える。

【0033】以下、図11と図16、図17を用いて、本発明実施例のブラシレスモータと従来例のブラシレスモータとの特性の比較を行う。図11は本発明実施例のブラシレスモータを高速回転状態で使用する場合と低速回転状態で使用する場合とのT-N曲線とT-I曲線とを示し、図16は従来例の高速回転型のブラシレスモータの場合を示し、図17は従来例の低速回転型のブラシレスモータの場合を示している。従来例は図15の構造をもつ6極3層のブラシレスモータとする。

【0034】条件として、使用回転数とトルクとの関係は次に示すとおりである。

【0035】高速回転時には、トルク $T_2 = 5.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_2 = 2000 \text{ rpm}$ からトルク $T_1 = 1.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_1 = 10000 \text{ rpm}$ の間を満足し、低速回転時には、トルク $T_2 = 5.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_2 = 50 \text{ rpm}$ からトルク $T_1 = 1.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_1 = 200 \text{ rpm}$ の間を満足し、さらに、始動トルク $T_{s1} = 100 \text{ gcm}$ 以上、電圧12V以下、消費電流0.9A以下を満足していることである。

【0036】① 始動時

始動時には、本発明実施例のモータでは、ドライバ回路にかかる電圧を10Vに設定して始動させる。図11に示すように、そのときの消費電流 $I_{s1}$ は0.446Aとなり、始動トルク $T_{s1}$ は106gcmとなり、始動トルク $T_{s1} = 100 \text{ gcm}$ 以上、消費電流0.9A以下の条

件を満足している。

【0037】図16の特性をもつ従来例の高速回転型のモータでは、始動トルク $T_{s1}$ として100gcmを出させるとすれば、電圧153V、電流1.33Aと非常に大きくなり、到底、前記の条件を満たすことができない。

【0038】図17の特性をもつ従来例の低速回転型のモータでは、電圧を10Vにして始動させるが、そのときの消費電流 $I_{s1}$ は0.446A、始動トルク $T_{s1}$ は106gcmとなり、始動トルク $T_{s1} = 100 \text{ gcm}$ 以上、消費電流0.9A以下の条件を満足している。

【0039】② 高速回転時

図11の特性をもつ本発明実施例のモータでは、トルク $T_2 = 5.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_2 = 2000 \text{ rpm}$ に対応するT-I曲線上の点Bにおいて電圧10V、消費電流0.073Aとなり、トルク $T_1 = 1.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_1 = 10000 \text{ rpm}$ に対応するT-I曲線上の点Aにおいて電圧10V、消費電流0.02Aとなり、電圧12V以下、消費電流0.9A以下の条件を満足している。

【0040】図16の特性をもつ従来例の高速回転型のモータでは、トルク $T_2 = 5.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_2 = 2000 \text{ rpm}$ に対応するT-I曲線上の点Bにおいて電圧10V、消費電流0.073Aとなり、トルク $T_1 = 1.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_1 = 10000 \text{ rpm}$ に対応するT-I曲線上の点Aにおいて電圧10V、消費電流0.02Aとなり、電圧12V以下、消費電流0.9A以下の条件を満足している。

【0041】図17の特性をもつ従来例の低速回転型のモータでは、トルク $T_2 = 5.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_2 = 2000 \text{ rpm}$ に対応するT-N曲線上の点Bにおいて電圧25.2V、消費電流0.0063Aとなり、トルク $T_1 = 1.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_1 = 10000 \text{ rpm}$ に対応するT-N曲線上の点Aにおいて電圧31.5V、消費電流0.023Aとなり、高速回転時には前記の条件を満たすには電圧が高くなりすぎる。

【0042】③ 低速回転時

図11の特性をもつ本発明実施例のモータでは、トルク $T_2 = 5.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_2 = 50 \text{ rpm}$ に対応するT-I曲線上の点Dにおいて電圧0.63V、消費電流0.023A、消費電力0.0145Wとなり、トルク $T_1 = 1.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_1 = 200 \text{ rpm}$ に対応するT-I曲線上の点Cにおいて電圧0.63V、消費電流0.0063A、消費電力0.0039Wとなり、前記の条件を満足している。

【0043】図16の特性をもつ従来例の高速回転型のモータでは、トルク $T_2 = 5.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_2 = 50 \text{ rpm}$ に対応するT-N曲線上の点Dにおいて電圧7.68V、消費電流0.073A、消費電力0.561Wとなり、トルク $T_1 = 1.0 \text{ gcm}$ かつ回転数

(6)

特開平8-205504

9

10

$N_1 = 200 \text{ rpm}$ に対応する $T-N$ 曲線上の点C<sub>1</sub>において電圧3.04V、消費電流0.02A、消費電力0.0608Wとなる。

【0044】図17の特性をもつ従来例の低速回転型のモータでは、トルク $T_1 = 5.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_1 = 50 \text{ rpm}$ に対応する $T-I$ 曲線上の点D<sub>1</sub>において電圧0.63V、消費電流0.023A、消費電力0.0145Wとなり、トルク $T_2 = 1.0 \text{ gcm}$ かつ回転数 $N_2 = 200 \text{ rpm}$ に対応する $T-I$ 曲線上の点C<sub>2</sub>において電圧0.63V、消費電流0.0063A、消費電力0.0039Wとなる。

【0045】以上のように低速回転時には、どの特性のモータでも前記の条件を一応は満たしているが、図16の特性をもつ従来例のモータの消費電力が他のモータに比べて格段に大きいものとなっている。

【0046】以上、詳述したように、本発明実施例のモータでは、モータの始動時に大電流を流す必要がなく、無駄な電力消費を抑えながら、高速回転(2000rpm以上)から低速回転(200rpm以下)まで使用することができることが分かる。また、低速回転時の消費電力を少なくできる。

【0047】上記実施例では、高速回転型の直列コイルLS(第1のコイル18)と低速回転型の直列コイルLI(第2のコイル19)との切り換えを分岐回路41において行ったが、本発明はこれに限定されるものではなく、図12に示すような簡単な構成の切換スイッチ42を用いるものでもよい。この場合、各切換スイッチ42は通断するものとする。また、上記実施例では、6極×6極のブラシレスモータを取り上げたが、図13に示すような6極×3極のブラシレスモータや、図14に示すような3極×3極のブラシレスモータでもよいし、その他、3相のブラシレスモータで3の倍数個の2種類以上のコイルをもつモータであれば同様の効果が得られる。いずれの場合も、第1のコイル18が複数あり、この複数の第1のコイル18のうち少なくとも回転対称となるものの外側を囲む状態に第2のコイル19が配置されている。また、上記実施例では、固定ヨークタイプのモータを取り上げたが、ロータをもつ回転ヨークタイプのモータでもよい。また、上記実施例では、内側の第1のコイル18を高速回転型、外側の第2のコイル19を低速回転型としたが、この逆に構成してもよい。

【0048】

【発明の効果】本発明に係わる請求項1のブラシレスモータによれば、互いにトルク-回転数曲線とトルク-消費電流曲線とが異なる第1のコイルと第2のコイルとを選択的に駆動可能に構成してあるので、モータの始動時に大電流を流す必要がなくなるとともに、無駄な電力消費を抑えながら、高速回転から低速回転まで使用することができる。

【0049】本発明に係わる請求項2のブラシレスモータ

によれば、内側の第1のコイルを高速回転型にすることにより、この第1のコイルの巻数を少なくして、外側の第2のコイルの内側にコンパクトに配置することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の一実施例に係わるブラシレスモータの断面図、(b)はそのブラシレスモータの基板上のコイル配置を示す平面図、(c)はロータにおける永久磁石の配置を示す平面図である。

【図2】実施例のブラシレスモータにおける6極ずつの第1のコイル各々と第2のコイルの各々を区別するために各コイルに符号を割り当てた状態を示す平面図である。

【図3】実施例のブラシレスモータにおける6極×6極のコイルの結線回路図である。

【図4】実施例のブラシレスモータの駆動制御回路の回路図である。

【図5】図4の回路図をブロック化したブロック図である。

【図6】図4の駆動制御回路の動作説明に供するフローチャートである。

【図7】実施例のブラシレスモータの別の駆動制御回路の回路図である。

【図8】図7の回路図をブロック化したブロック図である。

【図9】図7の駆動制御回路の動作説明に供するフローチャートである。

【図10】図1に示したブラシレスモータを用いて測定したトルク-回転数曲線とトルク-消費電流曲線を示す特性曲線図である。

【図11】実施例のブラシレスモータを高速回転状態と低速回転状態とで使用する場合のトルク-回転数曲線とトルク-消費電流曲線を示す特性曲線図である。

【図12】別の実施例のブラシレスモータにおける6極×6極のコイルの結線回路図である。

【図13】本発明の別の実施例に係わるブラシレスモータ(6極×3極)の基板上のコイル配置を示す平面図である。

【図14】本発明のさらに別の実施例に係わるブラシレスモータ(3極×3極)の基板上のコイル配置を示す平面図である。

【図15】(a)は従来例に係わるブラシレスモータの断面図、(b)はそのブラシレスモータの基板上のコイル配置を示す平面図、(c)はロータにおける永久磁石の配置を示す平面図である。

【図16】従来例の高速回転型のブラシレスモータについてのトルク-回転数曲線とトルク-消費電流曲線を示す特性曲線図である。

【図17】従来例の低速回転型のブラシレスモータについてのトルク-回転数曲線とトルク-消費電流曲線を示す特性曲線図である。

(7)

特開平 8-205504

11

12

ず特性曲線図である。

【符号の説明】

11……基板  
13……フレーム  
15……回転軸  
17……永久磁石  
19……第2のコイル

12……ヨーク  
14……軸受ユニ  
16……回転ロー  
18……第1のコ  
20……位置検出

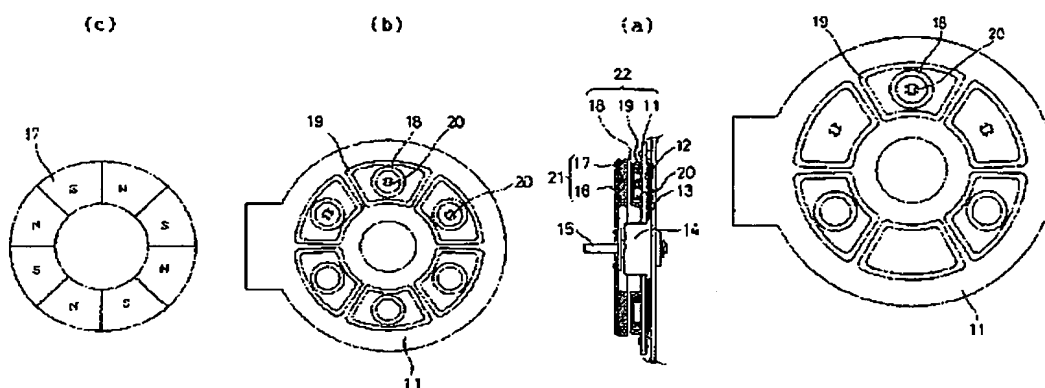
\*素子

21……ロータ  
41……分岐回路  
52……I-V変換回路  
54……基準電圧発生回路  
56……ブラシレスモータ  
回路  
62……回転数検出センサー  
ンバータ

22……ステータ  
42……切換スイ  
53……比較回路  
55……切換回路  
61……ドライバ  
63……F-Vコ

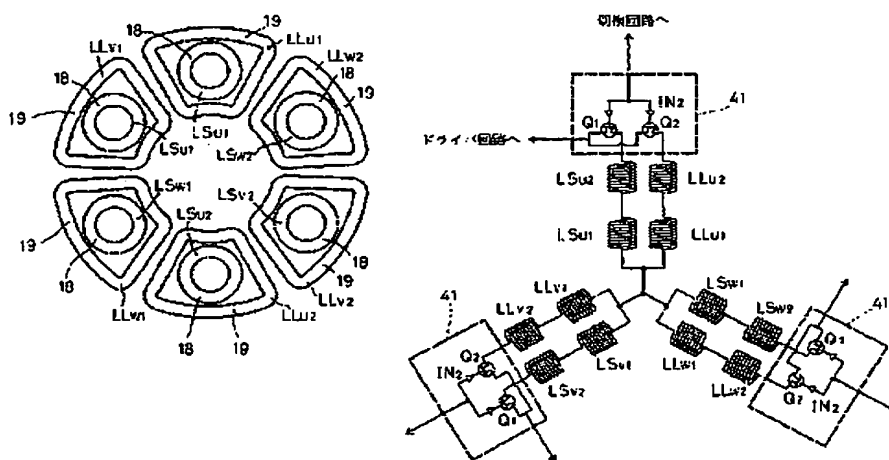
【図1】

【図13】



【図2】

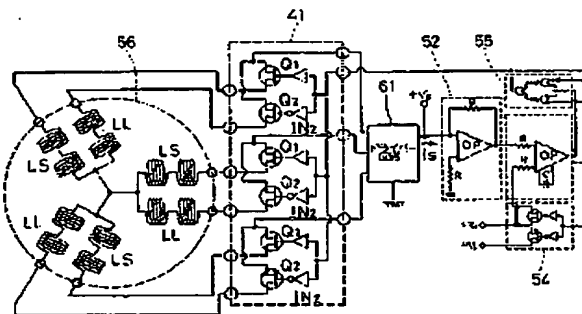
【図3】



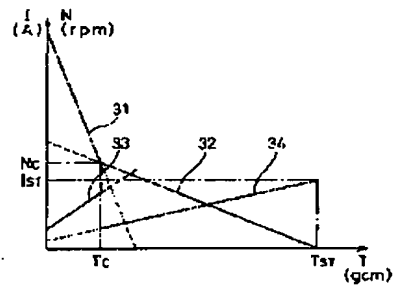
(8)

特開平 8-205504

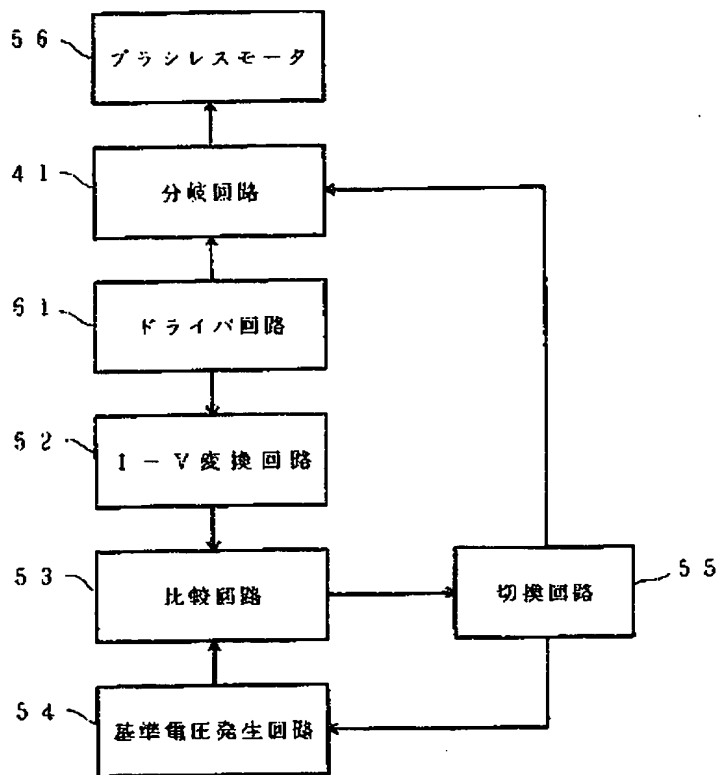
【図 4】



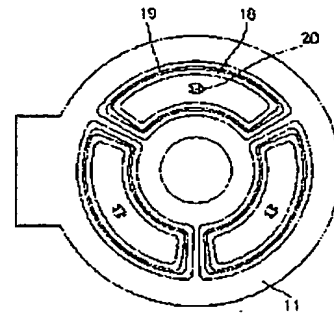
【図 10】



【図 5】



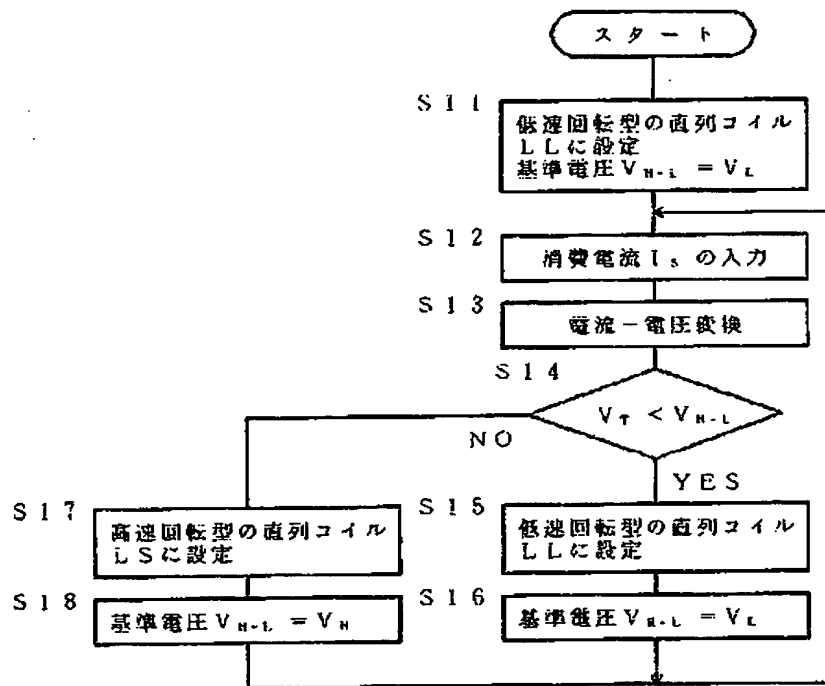
【図 14】



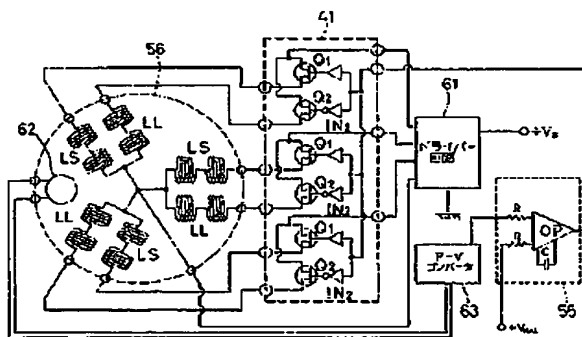
(9)

特開平8-205504

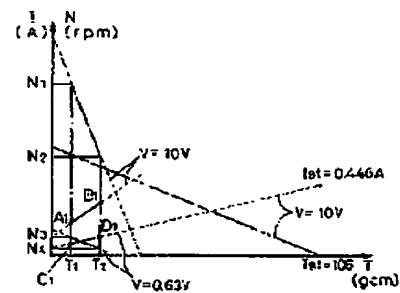
【図6】



【図7】



【図11】

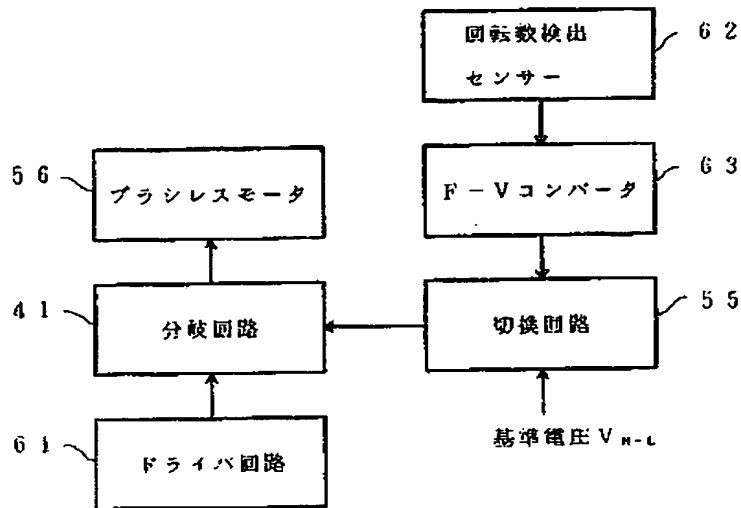




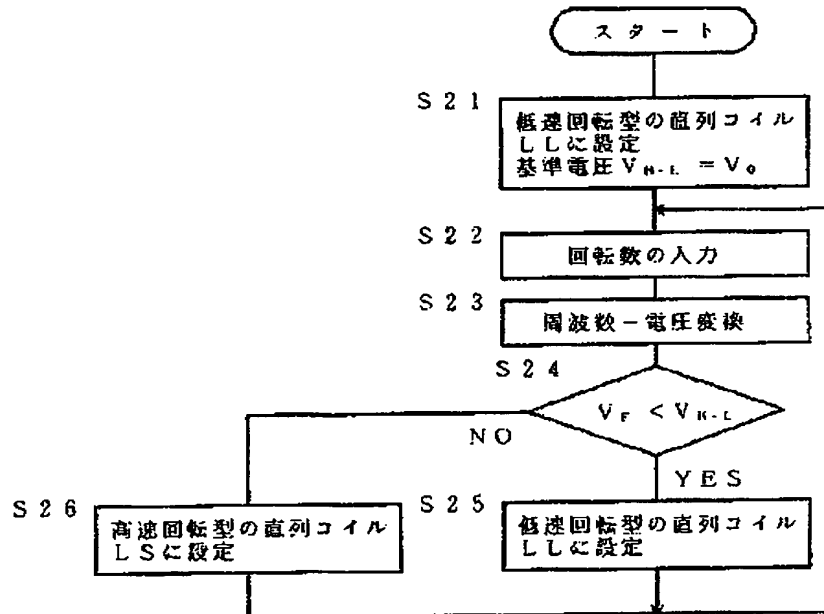
(10)

特開平8-205504

【図8】



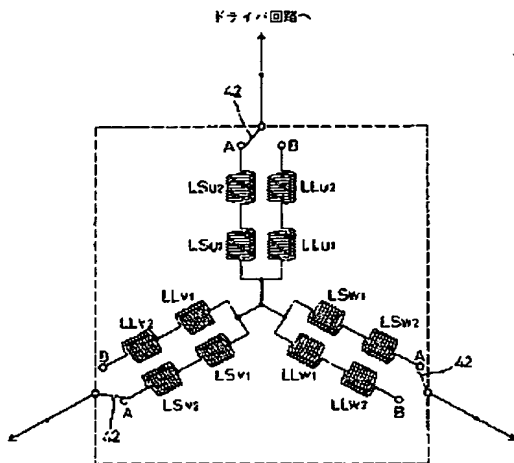
【図9】



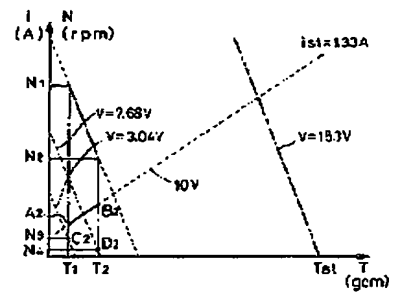
(11)

特開平8-205504

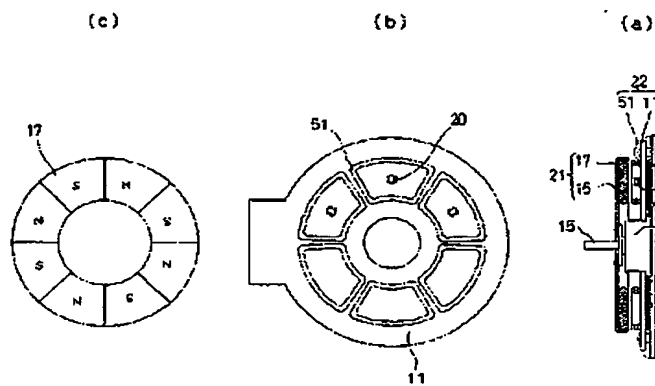
【図12】



【図16】



【図15】



(12)

特開平8-205504

【図17】

